

aec 

AI  
LB

**Territoires communautaires –  
Alliance Inter-métropolitaine Loire-Bretagne**

# **Note de synthèse – Enjeux et préconisation aux acteurs économiques, politiques et institutionnels**

Novembre 2023

[www.aecenergie.fr](http://www.aecenergie.fr)

18, rue de la Pépinière – 75008 PARIS  
+33(0)1 44 70 78 10  
[contact@aecenergie.fr](mailto:contact@aecenergie.fr)



## Enjeux

Le dihydrogène H<sub>2</sub>, plus communément appelé hydrogène, est défini juridiquement comme « *le gaz composé de molécules de dihydrogène, obtenu après mise en œuvre d'un procédé industriel* » (article L.811-1 du code de l'énergie). Cette définition est accompagnée d'une distinction entre trois types d'hydrogène (article L.811-1 du code de l'énergie) :

- **L'hydrogène renouvelable** est l'hydrogène produit soit par électrolyse en utilisant de l'électricité issue de sources d'énergies renouvelables, soit par toute autre technologie utilisant exclusivement une ou plusieurs de ces mêmes sources d'énergies renouvelables et n'entrant pas en conflit avec d'autres usages permettant leur valorisation directe. Dans tous les cas, son procédé de production émet une quantité d'équivalent CO<sub>2</sub> inférieure ou égale à un seuil de réduction d'émissions de gaz à effet de serre de 70 % et fixé à environ 3,3 kgCO<sub>2</sub>eq/kgH<sub>2</sub>.
- **L'hydrogène bas-carbone** est un hydrogène dont la production émet une quantité relativement faible de CO<sub>2</sub> (seuil identique à l'hydrogène renouvelable), sans être toutefois issu d'une source d'énergie renouvelable.
- **L'hydrogène carboné** est l'hydrogène qui n'est ni renouvelable, ni bas-carbone.

Dans un contexte de lutte contre le changement climatique et de relance économique post pandémie, l'hydrogène renouvelable et bas-carbone est identifié comme un levier pertinent de décarbonation de l'industrie (raffineries, engrais, chimie, sidérurgie) et des mobilités lourdes (routière, ferroviaire, maritime, aérienne). Dans ce contexte, la France s'est positionnée en faveur de ce vecteur énergétique avec le lancement en 2020 d'une **Stratégie d'accélération pour l'hydrogène décarboné**. En effet, l'hydrogène est en train de devenir un vecteur énergétique stratégique pour réussir la transition écologique, en raison de l'alignement de quatre facteurs clefs :

- **Le défi climatique.** A cette fin, la France poursuit un objectif de neutralité climatique à horizon 2050 après l'Accord de Paris de 2015 et pour tenir une trajectoire d'augmentation des températures en-deçà de 2 degrés d'ici la fin du siècle imposant une baisse de ses émissions de GES de 55 % d'ici 2030 par rapport à 1990. Cet effort ne pourra être fourni que grâce à des politiques ambitieuses alliant **l'efficacité énergétique, la sobriété et l'innovation technologique**. L'AIE estime que près de 50 % des baisses d'émission devront provenir de technologies (dont l'hydrogène) qui ne sont actuellement qu'au stade de la démonstration ou du prototype.
- **Le défi énergétique.** La neutralité carbone ne sera atteinte que grâce à un mix énergétique diversifié permettant de se substituer aux énergies fossiles (en priorité le charbon, puis le pétrole et enfin le gaz naturel). Cette réduction de la dépendance aux énergies fossiles passera par **l'électrification directe** de certains usages mais l'électricité ne représentera en 2050 que 50 à 60 % de la consommation finale d'énergie. Ainsi, d'autres moyens décarbonés seront nécessaires, tels que les gaz et donc l'hydrogène renouvelables et bas-carbone. Près de 900 000 tonnes d'hydrogène fossile sont consommées chaque année en France pour le raffinage, la production d'engrais et la chimie. La priorité première est donc de décarboner cet hydrogène grâce à de nouvelles technologies de production puis de développer de nouveaux usages de l'hydrogène dans la sidérurgie et la mobilité lourde, des secteurs difficiles à décarboner par l'électrification. L'hydrogène décarboné pourrait représenter environ 15 % de la consommation finale d'énergie en 2050.
- **Le défi technologique.** D'importantes avancées ont été constatées en termes de rendements et de réductions des matières premières utilisées pour les technologies hydrogène mais aussi en termes de coûts (-70 % pour les piles à combustible depuis 2008). De nouveaux usages comme le transport maritime ou le transport aérien deviennent adressables. Concernant la R&D, le CEA est l'un des premiers pourvoyeurs de brevets dans le domaine et la France dispose de nombreux champions industriels positionnés sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène (production, transport, stockage, distribution et usages dans l'industrie ou le transport).
- **Le défi économique.** Avec la réduction significative des coûts de production de l'électricité renouvelable, la compétitivité de l'hydrogène renouvelable avec les énergies fossiles peut désormais être atteinte dès 2030. Toutefois, les technologies de l'hydrogène restent onéreuses et seul un passage à l'échelle industriel grâce à un

investissement massif des pouvoirs publics et des industriels permettra de générer des économies d'échelle suffisantes pour entraîner une baisse massive des coûts production.

## Préconisations pour les acteurs économiques et politiques

Les instruments économiques et politiques ont besoin d'être adaptés aux priorités et contraintes spécifiques à chaque pays, incluant la disponibilité de la ressource et les infrastructures. Ainsi, l'IEA dans son rapport intitulé « Global Hydrogen Review 2022 » présente 5 axes d'amélioration à destination des acteurs politiques afin de faciliter l'adoption de l'hydrogène en tant que vecteur énergétique pertinent :

### 1. Etablir les cibles et/ou les signaux politiques à long terme

L'objectif est de créer une vision pertinente du rôle de l'hydrogène dans le cadre global de la politique énergétique pour fournir aux parties prenantes avec certitude qu'il y aura un futur marché pour l'hydrogène.

En 2020, la France a annoncé une stratégie nationale ambitieuse pour développer l'hydrogène décarboné face à une consommation française de l'ordre de 900 000 tonnes par an, et engendrant de l'ordre de 9 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Cela contribuera en partie à atteindre l'objectif qui a été fixé dans le cadre de la stratégie nationale bas carbone (SNBC) pour l'industrie d'une réduction de 27 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an, en passant de 80 millions en 2020 à 53 millions de tonnes émises par an en 2030. D'un budget initial de 7 milliards d'euros et porté à 9 milliards courant 2023, la stratégie s'articule en 3 priorités :

- **Priorité 1 :** Décarboner l'industrie en remplaçant l'hydrogène carboné et en faisant émerger une filière française de l'électrolyse avec un objectif de 6,5 GW d'électrolyseurs installés en 2030.
- **Priorité 2 :** Développer une mobilité lourde à l'hydrogène décarboné à travers l'émergence d'une offre suffisante (en ciblant les usages répond aux besoins de fortes puissances motrices ou de longue autonomie) et le développement de projets territoriaux d'envergure favorisant la mutualisation de la demande (usages industriels et de mobilité) et les partenariats (industriels et collectivités).
- **Priorité 3 :** Soutenir la recherche, l'innovation et le développement de compétences afin de favoriser les usages futurs.

Pour cela, il a été mis en place dès 2020 différents appels à projets par l'Ademe pour (1) la création de « hub territoriaux d'hydrogène », (2) le développement de « briques technologiques et démonstrateurs ». En 2021, un projet important d'intérêt européen commun (PIIEC/IPCEI) sur l'hydrogène a été créé, à l'instar du projet européen sur les batteries. La France y réservera une dotation financière exceptionnelle de 1,5 milliards d'euros dans le cadre de cette action. Prochainement, il est également prévu la publication d'un appel d'offres dans le cadre du mécanisme de soutien à la production d'hydrogène décarboné, par complément de rémunération.

### 2. Mettre en place des politiques pour soutenir la création de demande

L'objectif est de stimuler l'adoption de l'hydrogène décarboné en tant que vecteur énergétique propre.

En l'absence d'une demande suffisante, les producteurs d'hydrogène décarboné ne seront pas en capacité de sécuriser les achats et donc de débloquer les investissements pour accroître la production. En outre, l'usage de l'hydrogène décarboné est aujourd'hui plus coûteux que l'hydrogène d'origine fossile. Cependant, la situation actuelle avec un prix volatile des carburants fossiles et des problèmes d'approvisionnement en Europe ont réduit les écarts de coût et pourraient permettre un basculement en faveur de l'hydrogène décarboné à court ou moyen terme. Ainsi, il est nécessaire de mettre en place des politiques de soutien pour stimuler la demande auprès des développeurs de projets afin d'accroître la production, réduire les coûts et faciliter l'innovation.

Concernant les transports, le prix d'achat est un frein majeur au développement des véhicules électriques pile à combustible hydrogène (PAC). La plupart des politiques ne sont pas spécifiques à l'hydrogène mais plutôt appliquées généralement aux véhicules à faibles émissions voire zéro émission. Ainsi, des mesures incitatives sont prises incluant les normes d'émissions de CO<sub>2</sub>, les quotas de véhicules à faibles émissions, des zones de faibles émissions dans les villes,

des incitations fiscales ou des subventions à l'achat. A l'échelle de la France, les véhicules électriques PAC H<sub>2</sub> étaient éligibles jusqu'à fin 2022 et la publication du décret 2022-1761 du **bonus écologique** qui permettait de bénéficier d'une aide allant jusqu'à 7000 € pour un particulier et 3000 € professionnel suivant les émissions de CO<sub>2</sub> à l'usage du véhicule. Malheureusement, l'Etat ayant réservé cette prime aux seuls véhicules dont le coût d'acquisition est inférieur à 47 000€, excluant de fait les véhicules électrique PAC H<sub>2</sub> actuellement sur le marché.

### 3. Mettre en place des politiques pour limiter les risques d'investissement

L'objectif est de permettre le développement de projets sur l'ensemble de la chaîne de valeur hydrogène, faciliter l'accès aux financements et accélérer le déploiement.

Les projets en développement sur l'hydrogène décarbonés font actuellement face à une combinaison de risques portée principalement par une demande incertaine, un cadre de régulation fluctuant, un manque d'infrastructure et d'expérience opérationnelle. Ainsi, des mesures doivent être prises pour réduire ces risques notamment en initiant des politiques de soutien à travers la mise en place de subvention, de prêts à taux réduits, d'incitations fiscales ou des contrats de vente par complément de rémunération afin de réduire les risques de ces projets pilotes et augmenter les investissements privés. Comme expérimenté dans les premières années du déploiement du solaire photovoltaïque et de l'énergie éolienne, le soutien des pouvoirs publics est primordial dans les premières étapes de l'adoption de l'hydrogène en tant que vecteur d'énergie propre.

Comme vu précédemment, la Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné prévoit en France un mécanisme de soutien à la production d'hydrogène décarboné, par complément de rémunération. Sélectionné après des appels d'offres établis selon des critères économiques (prix de l'hydrogène produit) et environnementaux (réduction des émissions de GES), une aide au fonctionnement (OPEX) ou d'une combinaison d'aide OPEX avec une aide à l'investissement (CAPEX) pourront être octroyées. D'une durée de 20 ans maximum, ce soutien est appelé à décroître dans le temps à mesure que la rentabilité sera atteinte et des garde-fous ont été pris pour se prémunir de tous risques de sur-rémunération excessive (prise en compte des autres aides fiscales ou financières dont bénéficie l'installation et possibilité de révision périodique).

Le complément de rémunération, octroyé au producteur d'hydrogène décarboné en €/kg permettra de combler le déficit de compétitivité de l'hydrogène décarboné par rapport à l'hydrogène fossile. Cette prime compense l'écart entre les revenus de marché de référence et un niveau de rémunération de référence, fixé par le producteur dans le cadre d'une procédure de mise en concurrence.

### 4. Promouvoir la R&D, l'innovation, les projets stratégiques et le partage de savoir

Plusieurs technologies hydrogène qui peuvent à la fois réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et réduire la dépendance aux énergies fossiles, sont prêtes à monter en puissance et être déployées massivement. Cependant, la recherche, l'innovation et le développement de ces technologies restent critiques pour démontrer leur viabilité et pour maintenir sur le long terme une réduction des coûts jusqu'à atteindre des coûts de commercialisation compétitifs.

En France, les dépenses publiques nationales de R&D sur l'hydrogène et les piles à combustibles ont significativement progressées entre 2017 et 2021 (+15 % en moyenne annuelle et quasi triplement en 5 ans). Elle représente 4 % de la dépense totale de R&D avec 72 M€ en 2021 contre seulement 27 M€ en 2017.

| Dépenses publiques nationales de R&D  | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Energie                               | 973     | 1 098   | 1 163   | 1 525   | 1 725   |
| dont Nouvelles technologies           | 319 33% | 342 31% | 324 28% | 621 41% | 614 36% |
| dont Hydrogène et piles à combustible | 27 8%   | 28 8%   | 37 11%  | 65 10%  | 72 12%  |
| Hydrogène                             | 16      | 17      | 26      | 46      | 52      |
| Piles à combustibles                  | 11      | 11      | 11      | 19      | 20      |

Dans le détail, les dépenses consacrées à la recherche sur la production d'hydrogène ne cessent d'augmenter et ont bénéficié du programme France Relance, pour atteindre 52 M€. Les investissements de la filière hydrogène se

concentrent sur l'optimisation de la production et du stockage pour pallier le problème de l'intermittence saisonnière des sources d'énergies renouvelables.

### 5. Etablir un cadre de régulation et un système de normes et certification appropriés

Le développement de la filière hydrogène passe par l'adaptation des lois et réglementations aux nouvelles technologies et aux nouveaux usages de l'hydrogène pour favoriser les expérimentations, limiter les barrières, faciliter les échanges commerciaux et accroître la confiance des investisseurs et des clients dans le marché de l'hydrogène décarboné.

En 2020, le gouvernement, en concertation avec les acteurs concernés a élaboré une ordonnance relative à l'hydrogène, incluant la définition de l'hydrogène renouvelable et de l'hydrogène bas carbone, la mise en place d'un mécanisme de soutien à la production d'hydrogène décarboné, et l'adoption d'un système de traçabilité de l'hydrogène, basé sur les garanties d'origine et les garanties de traçabilité. En parallèle un nouveau mécanisme fiscal pour inciter au développement de l'hydrogène renouvelable dans les raffineries, est prévu à compter de 2023 dans le cadre de la loi de finances pour 2021.

L'émergence et la pérennisation de la filière passe également par un cadre réglementaire adapté. En effet, les projets hydrogène entrent dans différentes catégories d'obligations réglementaires telles que ICPE ou transport de matières dangereuses nécessitant de nécessaires évolutions pour accompagner un déploiement en toute sécurité. Les principaux sujets concernent la production, le stockage, le transport et la distribution de l'hydrogène (révision de la réglementation ICPE n°1416, arrêté ministériel de prescriptions générales sur la distribution de l'hydrogène en station en 2023 et traitement des problématiques réglementaires par secteur : maritime, fluvial, ferroviaire, aérien, ...).

## Préconisations pour les acteurs institutionnels

L'engagement des collectivités dans l'hydrogène décarboné se matérialise par le déploiement d'« **écosystèmes territoriaux** », qui allient, sur un même territoire, infrastructures de production, de distribution et usages de l'hydrogène, l'objectif étant de nouer des partenariats entre collectivités, industriels, et tout autre acteur concerné, pour structurer localement cette filière et synchroniser l'émergence de l'offre et le développement des usages.

Cependant, les collectivités souhaitant promouvoir l'hydrogène sur leur territoire sont souvent confrontées à des difficultés juridiques, tenant au manque de retours d'expérience, à la complexité des règles de compétences, et au cadre juridique de l'hydrogène qui est encore en construction. Il est également difficile d'identifier un montage juridique combinant la maîtrise du risque industriel et commercial et le pouvoir de contrôle public suivant différents niveaux d'implication pour la collectivité (implication publique légère ou forte).

Les bases légales d'intervention en matière d'hydrogène varient selon qu'il s'agit d'une **phase de production** ou de **distribution**. En phase de distribution, l'intervention des départements et régions est difficile, et possible pour les EPCI qu'en cas de transfert de compétence par les communes.

|              | Production  |  | Distribution   |  |
|--------------|---|--|--|--|
|              | Aménager, exploiter, faire une installation de production d'H2 (CGCT, art. L.2224-32) | Réaliser une prise de participation dans une société exploitant des installations de production d'H2 (CGCT, art. L.2253-1, L.3231-6 et L.4211-1) | Créer et entretenir des points de ravitaillement en hydrogène pour véhicules ou mettre en place un service comprenant la création, l'entretien et l'exploitation de tels points de ravitaillement (CGCT, art. L.2224-37) | Réaliser une prise de participation directe dans une société exploitant des installations de distribution d'H2 (CGCT, art. L.2253-1, L.3231-6 et L.4211-1) |
| Communes     | Oui   | Oui  | Oui  | Non  |
| EPCI         | Oui   | Oui  | Oui, si transfert compétence   | Non  |
| Départements | Non   | Oui  | Non  | Non  |
| Régions      | Non   | Oui  | Non  | Non  |

En conclusion, les collectivités doivent s'interroger en amont sur les différentes possibilités de décarbonation des transports (biogaz, électrique, hydrogène) et mettre en balance leurs avantages et inconvénients respectifs. Si elles optent pour l'hydrogène, il leur faudra veiller à sécuriser les débouchés en travaillant en association avec un maximum d'acteurs, et préférer un montage avec un degré d'implication faible ou moyen, permettant de partager le risque tout en jouant un rôle d'impulsion.